

## <カラーテレビの三原色の話>

アナログテレビかそれともデジタルテレビにかかわらず、テレビ受信機とはカラー映像を映し出すものということは常識になっています。しかし、テレビの開始当時からしばらくの間は、白黒テレビという時代がありました。カラーテレビがどのようにして色を表示しているかを知るとテレビを視聴する興味も一層高まると思います。今回は、テレビ画像の色を表現するためのABCについて解説しましょう。

### ☆ 色彩の基礎

カラーテレビの色彩伝送は、どのように行われるのでしょうか？  
まず、物体の色についての基礎から始めます。

暗闇の中では物体の色が見えないように、色とは光であり、光が目に入って網膜を刺激することによって生ずる感覚です。

カラーテレビでは、肉眼では良く見ないと気が付かないような小さな蛍光色のドットの「赤」、「緑」、「青」の3種類の光が目に入り、網膜で加色混合されて色々な色感覚が生じ、三原色を含む全ての色を再現しています。

ただし、網膜では3原色を別々に感じるような細胞の存在は認められていないようです。

カラーテレビカメラにおいては

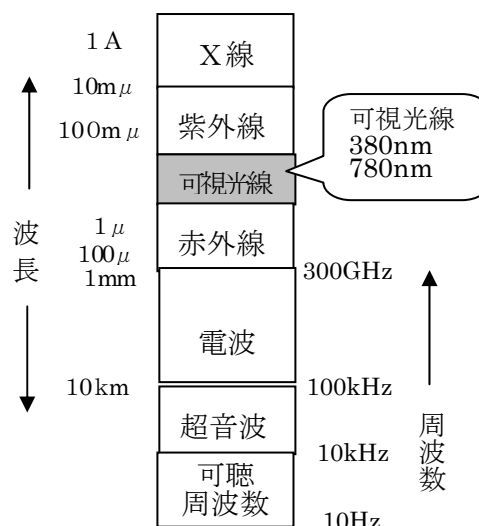


図1 可視光線の位置

色彩は三原色説に基づいて光を3つの成分に撮像し色の信号を作っています。

光、すなわち可視光線は電磁波の一種で、図1「可視光線の位置」に示すような位置付けにあります。ちょうど赤外線と紫外線の間であり、波長は380nm（ナノメートル）から780nmで、その両端は目の感度は低く実際の可視光線はおよそ400～700nmとみなされています。なお、1nmは $10^{-9}$ m、1nmを1m $\mu$ （ミリマイクロン）ともいいます。

私たちが色を正確に判断するとき光源の色を問題にしますが、それは、色の判別は光源から出た光エネルギーの分布によって異なるからです。

なお、光源の標準とは380nmから780nmまでの一様なエネルギーをもつ太陽光になります。

この太陽の光もプリズムを使用して波長別に分解すると図2「光の分光」のように単色光「スペクトル色」に分解できます。

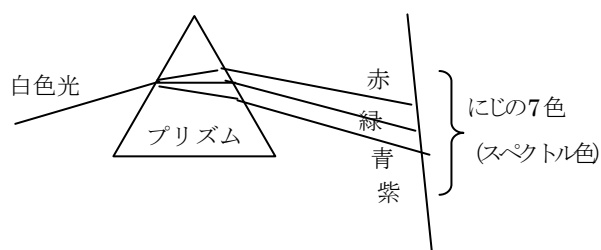


図2 光の分光

この図から分かるように、光の波長と色との関係は波長の短い紫は波長の長い赤に比べて屈折率が大きく、一般には、虹の7色は、紫が内側に赤が外側に現れます。

このように太陽の光は、7色の成分（赤、橙、黄、緑、青、青紫、紫の順）からなり、その分光特性は図3のようになっています。

太陽や蛍光灯のようにそのもの自身から光を出す光源の光の色を光源色といいます。そのエネルギー分布はそれぞれの特徴があります。

新しい蛍光体の開発等によりその分布は変わってきていますが、いずれにせよカラーテレビの色の再

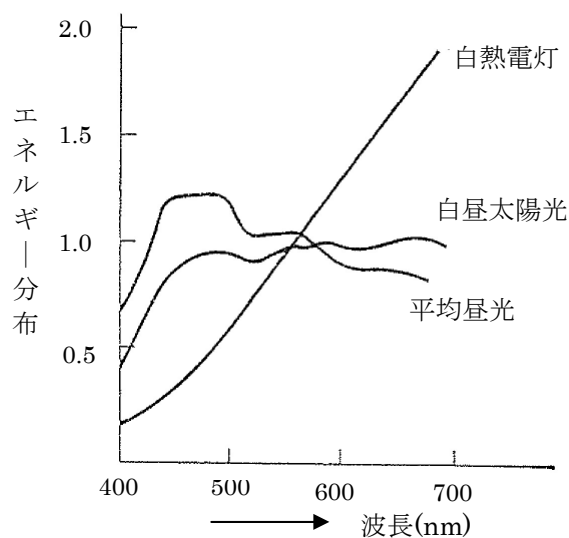


図3 光源の分光特性

現は、この3つの光源色の強弱で全ての色が実現されます。

### ☆ 人間の目とテレビカメラの色認識

人間の目の感度と波長との関係を表したものを視感度と呼んでいます。図4に示すように555nm付近が最高感度となり、これを1として他の波長との割合を求めたものです。700nm以上および400nm以下の両端に行くほど感度は悪くなります。可視範囲の全ての波長の光が一様に目に入るときには、このような比視感度をもつ目は白色を感じますが、他に白色の感覚は3原色（赤、緑、青）の光だけの混合でも作ることができます。

このことは、目は分光分布を客観的に認識せず測定器として使うには相応しくないということです。

つまり、一つの色の感覚に対してその光のエネルギー分布は1対1の対応でなく、光の方は無限の種類があるのです。

例えば、3原色（赤、緑、青）の混合で表される色度は、図5の三角形で示されますが、点Yの色感覚は①と②との色の混合でも作られます。また、③と④との色の混合でも作ることができます。

さらに、三原色そのもので作ることもでき、Y点の色で表すエネルギー分布は無限にあるといえます。

また、目の特性として、弱い光に対しては感度が増し、強い

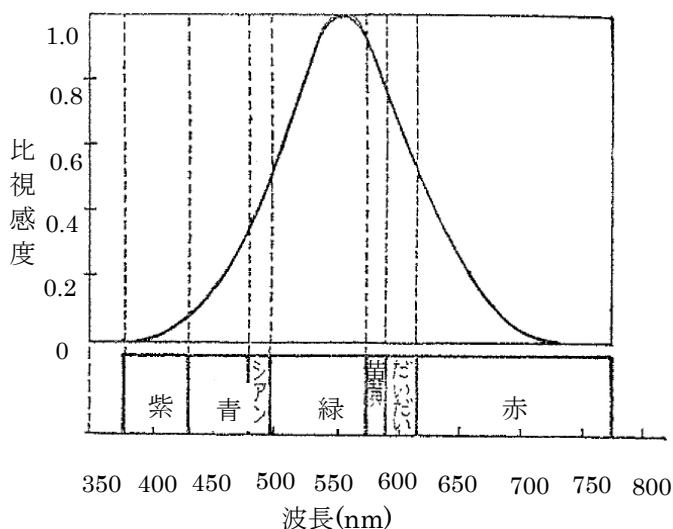


図4 目の波長に対する感度

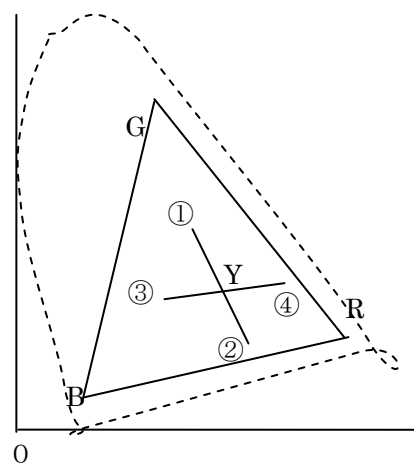


図5 赤、緑、青で表される色度三角形

光に対しては感度を減らすように変化します。この特性は、耳の音に対する感覚と似ています。

目をテレビのカラーカメラと比較してみると「色順応」や「色覚恒常」という作用があります。

色順応とはある色を見ていると色はだんだん薄れて見えるという心理的な現象で、例えば、写真の暗室に入ったそのときは赤い色が気になっても、しばらくすると目は赤い色になれて当初ほど赤く感じなくなります。これは、目が色に順応しているからです。

色覚恒常とは、光源を変えても色の見え方があまり変わらない現象で、例えば、太陽の光で見た薄青という色（物体固有の色）を電灯の光で見た場合、光源の分布が違うので、カラーカメラがとらえた時は多少異なる色に見えても目ではやはり薄青に見えるということです。目に入る光の分光分布が全く異なっているにもかかわらず、補正されて固有の色を感じます。人間の目では心理的に色に対する自動調整機能が働いているのです。

これに対してカラーカメラでは目のように色覚恒常作用がないため光源が変わるたびにカメラの三原色出力を調整して感度の補正をしなければなりません。

この目の色覚恒常に相当する調整をカラーバランス調整と呼びます。他方、テレビ受信機側では、現在はほとんど自度調整になっていますが、三原色相互間の光量を調整し正しい白黒画面が再現できるようにすることをホワイトバランスをとるといいます。

#### ☆ 色の3属性

色の性質を調べると色には、明度、色相、飽和度の三つの属性があります。

カラーテレビジョンでは、これを輝度（Brightness）、色相(Hue)、 飽和度 (Sa-

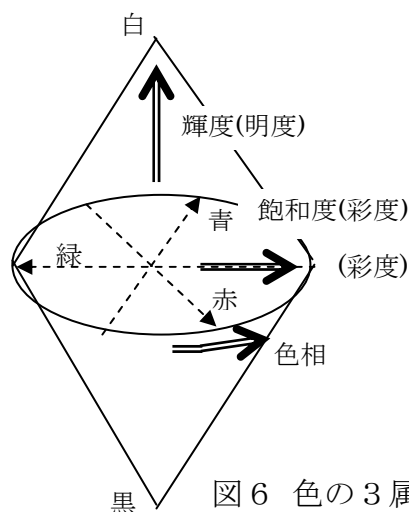


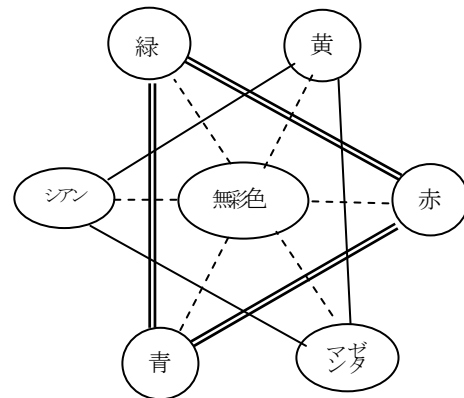
図6 色の3属性の関係

turation) と呼んでいます。

この 3 属性の関係は、図 6 「色の 3 属性の関係」のようになり、縦方向は明度、中心から外に向かって彩度、円周を色相で表しています。

#### ☆ グラスマンの法則

色を物理的・数量的に表す方法として光のエネルギー分布（分光分布）がありますが色の感覚に対応する光の分布は、無限にあり一通りではありません。例えば、白色の感覚を作る色の組み合わせは 図 7 「色の三原色の関係」の補色の関係になる色があります。このため、全ての色は、三原色混合で作られることをグラスマンという人が実験で確かめ、次の法則を作りました。



—— 加色混合の三原色  
—— 減色混合の三減色  
----- 補色関係の色

- ① 任意の色 (C) は、3つの色で作ることができます。

これを式で表すと、

$$C=a(C_1)+b(C_2)+c(C_3)$$

図 7 色の三原色の関係

となり、このとき(C<sub>2</sub>)と(C<sub>3</sub>)の色をどんな割合で混合しても(C<sub>1</sub>)という色は作れず、このことは 3 つの色は互いに独立していることとなります。

- ② a 対 b 対 c の比率が等しければ、色相と飽和度は等しい色となります。
- ③ 三つの色を混ぜてできる色は、その各々の色がもつ三原色成分の和の混合で作られます。
- ④ 混合して得られた色の明度は、もとの色の和となります。

カラーテレビの三原色は、赤 (R)、緑(G)、青(B)とし、送信側カラーカメラはあらゆる分光分布をもった光を RGB の成分に分けて3本の撮像管から取り出して伝送します。受信側では、RGB の分光分布をもった三原色の光で送信側の光の分布を再現するのではなく色感覚を再現しているのです。

## ☆ 加色混合

カラーテレビのディスプレイ面の小さな蛍光体を虫眼鏡で拡大してみると、白く輝いて見える個所は赤、緑、青の蛍光体が等しく輝いています。

この三つの光を「光の三原色」といい、全ての色はこれらの合成すなわち加色混合で作ることができます。

混合の方法は、

図8に示すように赤フィルタは赤以外の光を吸収し赤の光のみを通過させます。緑のフィルタは緑以外の光を吸収し緑の光のみを通過させ、青のフィルタは青以外の光を吸収し青

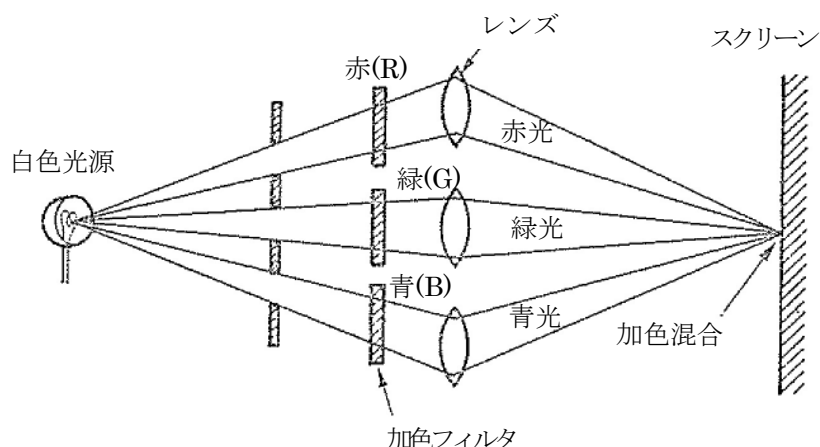


図8 加色混合

の光のみを通過させ、三つの光がスクリーン上に加色混合されます。

この三原色が同じように発光すると「白」になり、緑と青の発光でシアンになり、赤と青の発光でマゼンタになり、赤と緑の発光で黄色になります。これらの関係は次のように表せます。

赤フィルタ……白－（緑＋青）＝赤，      緑＋青＝シアン  
緑フィルタ……白－（赤＋青）＝緑，      赤＋青＝マゼンタ  
青フィルタ……白－（赤＋緑）＝青，      赤＋緑＝黄色

#### ☆ 減色混合

カラーテレビのディスプレイ面の小さな蛍光体を虫眼鏡でみたように色印刷物を拡大してみると、これも色の集まりでできていることがわかります。この三原色を「絵具の三原色」といい、マゼンタ（赤紫）、黄、シアン（青緑）を適当な割合で混ぜて色々な色を作ることができます。

例えば

マゼンタ＋黄＝赤  
黄＋シアン＝緑  
シアン＋マゼンタ＝青  
マゼンタ＋黄＋シアン＝黒

になります。